

5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-006958

(43)Date of publication of application : 12.01.1999

(51)Int.Cl. G02B 15/16
G02B 13/18
G02B 15/20

(21)Application number : 09-158182

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 16.06.1997

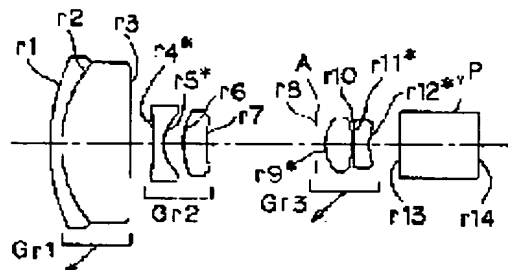
(72)Inventor : SHIMO MITSUAKI
KONO TETSUO

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens of high magnification composed of a small number of lenses.

SOLUTION: In a zoom lens composed, in order from the object side, of a first group Gr1 having a positive power, a second group Gr2 having a negative power and a third group Gr3 having a positive power and performing the power variation by changing an interval between the respective groups, at the time of varying the power from the wide-angle end to the telescopic end, the first group Gr1, is moved to the object side, the second group is fixed, the third group is moved monotonously to the object side and the following conditional relation is satisfied; $0.2 < M1/Z < 3.0$, where, M1 is a moving amount of the first group at the time of varying the power from the wide-angle end to the telescopic end, Z is the variable power ratio (ftT/fW), fW: the focal distance of the whole system at the telescopic end and fW: the focal distance of the whole system at the wide-angle end.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-6958

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16
13/18
15/20

G 0 2 B 15/16
13/18
15/20

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平9-158182

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月16日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 志茂 光昭

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 河野 哲生

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

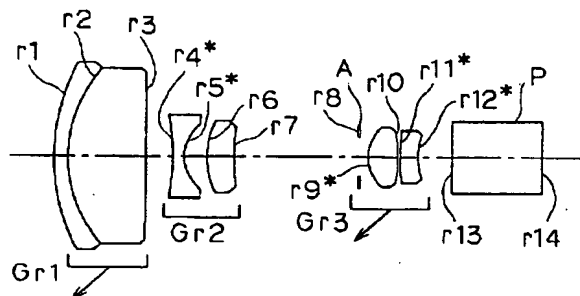
(57) 【要約】

【課題】 少ないレンズ枚数で構成された高倍率なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側より順に、正のパワーを有する第1群と、負のパワーを有する第2群と、正のパワーを有する第3群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へ変倍を行う際、第1群が物体側へ移動するとともに、第2群は固定されていて、前記第3群は物体側へ単調に移動し、次の条件式を満足する事を特徴とする。

$$0.2 < M_1 / Z < 3.0$$

但し、 M_1 は第1群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量、 Z は変倍比 (f_t / f_w) であって、 f_t は望遠端での全系の焦点距離、 f_w は広角端での全系の焦点距離である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、
 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は固定されていて、前記第 3 群は物体側へ単調に移動するズームレンズであって、次の条件式を満足する事を特徴とするズームレン

$$0.2 < M_1 / Z < 3.0$$

但し、

M_1 : 第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量

Z : 変倍比 (f_T / f_W)

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【請求項 2】 前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されている事を特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する事を特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、
 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は、少なくとも中間焦点距離 f_M となる時点では、広角端より物体側にあるように移動し、前記第 3 群は物体側へ単調に移動する事により、前記第 1 群と前記第 2 群との間隔が広くなり、前記第 2 群と前記第 3 群との間隔が狭くなるズームレンズであって、次の条件式を満足する事を特徴とするズーム

$$0.2 < M_1 / Z < 3.0$$

但し、

M_1 : 第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量

Z : 変倍比 (f_T / f_W)

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

f_M : 中間焦点距離 ($\sqrt{f_W \times f_T}$)

である。

【請求項 5】 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 2 群が物体側へ単調移動する事を特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されている事を特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する事を特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、

10 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は固定されていて、前記第 3 群は物体側へ単調に移動するズームレンズであって、次の条件式を満足する事を特徴とするズームレン

$$4.0 < f_1 / f_W < 10.0$$

但し、

f_1 : 第 1 群の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【請求項 9】 前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されている事を特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】 前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する事を特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 11】 物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、

30 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は、少なくとも中間焦点距離 f_M となる時点では、広角端より物体側にあるように移動し、前記第 3 群は物体側へ単調に移動する事により、前記第 1 群と前記第 2 群との間隔が広くなり、前記第 2 群と前記第 3 群との間隔が狭くなるズームレンズであって、次の条件式を満足する事を特徴とするズーム

$$4.0 < f_1 / f_W < 10.0$$

但し、

40 f_1 : 第 1 群の焦点距離

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

f_M : 中間焦点距離 ($\sqrt{f_W \times f_T}$)

である。

【請求項 12】 広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 2 群が物体側へ単調移動する事を特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】 前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されている事を特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

3

【請求項 14】 前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する事を特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズに関するものであり、更に詳しくは、ビデオカメラやテレビカメラに適した光学構成を持ち、レンズ枚数の少ない高倍率ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラやテレビカメラの小型化、低コスト化が要望されており、それに応じて撮影レンズ系にも小型化、低コスト化が要望されている。一方、仕様としてはより高いものが要求され、撮影レンズ系に対しては、より高倍率なズームレンズが要求されている。このような光学系の小型化、低コスト化と高倍率化とは、相反するものであるが、これらの要求に答えるべく、ズームレンズに様々な改良が加えられてきている。

【0003】例えば、レンズ系の小型化、低コスト化と高倍率化を狙ったズームタイプとしては、物体側より順に、正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群で構成された 3 成分ズームタイプがあり、特開平 2-56515、特開平 4-281419、特開平 5-203875 等で種々提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記提案のいずれにおいても、レンズ系全長やレンズ枚数に、改善の余地が残されているのが実情である。また、レンズ枚数の少ないものも提案されているが、変倍比が 2~3 倍に過ぎず、要求されている仕様に答える事ができない。本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであって、少ないレンズ枚数で構成する事ができ、しかも高倍率ズームを達成する事ができるズームレンズを提供する事を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は固定されていて、前記第 3 群は物体側へ単調に移動するズームレンズであって、次の条件式を満足する構成とする。

$$0.2 < M_1 / Z < 3.0$$

【0006】但し、

M_1 : 第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量
 Z : 変倍比 (f_T / f_W)

4

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0007】また、前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されているものとする。或いは、前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する構成とする。

10 【0008】また、別の構成として、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は、少なくとも中間焦点距離 f_M となる時点では、広角端より物体側にあるように移動し、前記第 3 群は物体側へ単調に移動する事により、前記第 1 群と前記第 2 群との間隔が広くなり、前記第 2 群と前記第 3 群との間隔が狭くなるズームレンズであって、次の条件式を満足する構成とする。

$$0.2 < M_1 / Z < 3.0$$

【0009】但し、

M_1 : 第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量

Z : 変倍比 (f_T / f_W)

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

f_M : 中間焦点距離 ($\sqrt{f_W \times f_T}$)

である。

20 【0010】また、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 2 群が物体側へ単調移動する構成とする。また、前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されているものとする。或いは、前記第 1 群は、負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成され、前記第 3 群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する構成とする。

30 【0011】さらに、別の構成として、物体側より順に、正のパワーを有する第 1 群と、負のパワーを有する第 2 群と、正のパワーを有する第 3 群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第 1 群が物体側へ移動するとともに、前記第 2 群は固定されていて、前記第 3 群は物体側へ単調に移動するズームレンズであって、次の条件式を満足する構成とする。

$$4.0 < f_1 / f_W < 10.0$$

【0012】但し、

f_1 : 第 1 群の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

40 【0013】また、前記第 1 群及び前記第 2 群は、それぞれ負レンズと正レンズの 2 枚のレンズで構成されてい

5

るものとする。或いは、前記第1群は、負レンズと正レンズの2枚のレンズで構成され、前記第3群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する構成とする。

【0014】その他の構成として、物体側より順に、正のパワーを有する第1群と、負のパワーを有する第2群と、正のパワーを有する第3群とから成り、各群間の間隔を変化させる事によって変倍を行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第1群が物体側へ移動するとともに、前記第2群は、少なくとも中間焦点距離 f_M となる時点では、広角端より物体側にあるように移動し、前記第3群は物体側へ単調に移動する事により、前記第1群と前記第2群との間隔が広くなり、前記第2群と前記第3群との間隔が狭くなるズームレンズであって、次の条件式を満足する構成とする。

【0015】4. $0 < f_1 / f_M < 10$. 0

但し、

f_1 : 第1群の焦点距離

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

f_M : 中間焦点距離 ($\sqrt{f_W \times f_T}$)

である。

【0016】また、広角端から望遠端へ変倍を行う際、前記第2群が物体側へ単調移動する構成とする。また、前記第1群及び前記第2群は、それぞれ負レンズと正レンズの2枚のレンズで構成されているものとする。或いは、前記第1群は、負レンズと正レンズの2枚のレンズで構成され、前記第3群は、その最も物体側において、物体側に強い凸面を持つ正レンズを有する構成とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1～図5は、それぞれ第1～第5の実施形態のレンズ系のレンズ構成を示している。これらの図に示すように、第1～第5の実施形態のレンズ系は、いずれも物体側(図の左側)から順に、正の第1レンズ群G r 1、負の第2レンズ群G r 2、絞りA、正の第3レンズ群G r 3により構成されていて、最も像側にローパスフィルターPを備えている。

【0018】これらの実施形態の内、第1、第2及び第5の実施形態においては、広角端から望遠端への変倍の際、第1レンズ群G r 1は物体側へ単調移動し、第2レンズ群G r 2は固定されていて、第3レンズ群G r 3は物体側へ単調移動している。また、第3及び第4の実施形態は、広角端から望遠端への変倍の際、第1レンズ群G r 1は物体側へ単調移動し、第2レンズ群G r 2は、中間焦点距離 f_M で広角端より物体側に位置するように移動し、第3レンズ群G r 3は物体側へ移動している。

【0019】また、広角端から望遠端への変倍の際、第1レンズ群G r 1と第2レンズ群G r 2との間隔が広がり、第2レンズ群G r 2と第3レンズ群G r 3との間隔

6

が狭くなるように、各群が移動している。このような各レンズ群の移動形態をとる事により、効果的に変倍を行い、変倍時の各レンズ群の移動量及び全長の短縮を図っている。

【0020】特に、第2レンズ群G r 2を変倍時に固定とすると、移動させる群が2つになるため、鏡胴構成が簡単になり、また、第1レンズ群G r 1の移動量を小さくすることができるという利点がある。また、第2レンズ群G r 2を中間焦点距離 f_M で広角端より物体側に位置するように移動させると、広角端での全長を小さくすることができる。

【0021】また、第1実施形態の第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズとの接合から成り、第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた両凹レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとから成っている。

【0022】また、第2実施形態の第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズとから成り、第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズと、像側に強い凹面を向けた両凹レンズとから成っている。

【0023】また、第3実施形態の第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズとの接合から成り、第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズと、像側に凹面を向けた両凹レンズとから成っている。

【0024】また、第4実施形態の第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズとの接合から成り、第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズと、像側に凹面を向けた両凹レンズとから成っている。

【0025】また、第5実施形態の第1レンズ群G r 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズとの

7

接合から成り、第2レンズ群G r 2は、物体側から順に、像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、第3レンズ群G r 3は、物体側から順に、物体側に強い凸面を向けた両凸レンズと、像側に凹面を向けた両凹レンズとから成っている。

【0026】そして、各実施形態の第1レンズ群G r 1は、負レンズと正レンズとから成っているが、これは、軸上色収差を良好に補正するための最低条件である。ま *

$$0.2 < M1 / Z < 3.0$$

但し、

M1 : 第1レンズ群G r 1の広角端から望遠端への変倍の際の移動量

Z : 変倍比 (f_T / f_W)

f_T : 望遠端での全系の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0028】上記条件式(1)は、第1レンズ群G r 1の変倍時の移動量と変倍比との比を規定する式であり、変倍比に応じて第1レンズ群G r 1の移動量をコントロールする事により、光学系の大きさと性能のバランスをとる為の条件である。条件式(1)の上限値を越える ※

$$4.0 < f_T / f_W < 10.0$$

但し、

f_T : 第1群の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0031】これは、第1レンズ群G r 1の焦点距離を規定するものであるが、この条件式(2)の下限を越えて第1レンズ群G r 1の焦点距離が短くなりすぎると、★30

$$-0.95 < f_2 / f_W < -2.5$$

但し、

f_2 : 第2レンズ群G r 2の焦点距離

f_W : 広角端での全系の焦点距離

である。

【0033】上記条件式(3)は、第2レンズ群G r 2に関するものであり、広角端の焦点距離と第2レンズ群G r 2の焦点距離との比を規定する式である。条件式

(3)の上限値を越えると、第2レンズ群G r 2のパワーが弱くなりすぎる為、性能面では良好となるが、光学系の全長が増大するとともに、変倍時の移動量も増大し、また、周辺光量を確保するためのレンズ径の増大を招く。その結果、カメラ全体が大型化するので、コンパクト

$$-0.8 < (|X| - |X_0|) / C_0 (N' - N) f_2 < 0.0 \quad (4)$$

但し、

X : 下式(a)で表される有効光路の高さYにおける光軸方向の変位量

X_0 : 下式(b)で表される有効光路の高さYにおける光軸方向の変位量

C_0 : 非球面の基準となる球面の曲率

8

*た第2レンズ群G r 2は、負レンズと正レンズとから成っているが、これは、倍率色収差を良好に補正するための最低条件である。また、第3レンズ群G r 3の最も物体側に、物体側に強い曲率を有する正レンズを設けているが、これは、第3レンズ群G r 3に入射する発散光束を、入射直後に大きく収斂させる事により、球面収差を良好に補正するためである。

【0027】上記各実施形態は、いずれも以下の条件式を満足している。

(1)

※と、変倍比に対して第1レンズ群G r 1の移動量が大きすぎる事になり、望遠端の全長の増大を招き、また、前玉径の増大も招いてしまう。

【0029】反対に、条件式(1)の下限値を越えると、変倍比に対して第1レンズ群G r 1の移動量が小さすぎる事になり、広角端の全長が増大するので、その増大を抑えるためには、第1レンズ群G r 1のパワーを強くする必要があり、望遠端での球面収差の補正及び軸上色収差の補正が困難になる。

【0030】さらに、全ての実施例は、以下の条件式を満足している。

(2)

★望遠側での球面収差や倍率色収差の補正が困難になる。

反対に、条件式(2)上限を越えて第1レンズ群G r 1の焦点距離が長くなりすぎると、第1レンズ群G r 1の変倍時の移動量が大きくなりすぎるため、望遠側でのコンパクトさが失われる。

【0032】また次の条件式を満足する事が望ましい。

(3)

☆クト化の要求に答える事ができなくなる。

【0034】反対に、条件式(3)の下限値を越えると、第2レンズ群G r 2のパワーが強くなりすぎるため、変倍時の移動量や全長は小さくなって小型化に対しては有利となるが、諸収差の悪化が著しくなる。特に、像面のオーバー側の倒れが著しくなるとともに、負の歪曲収差が悪化する。

【0035】また、第2レンズ群G r 2に非球面を設けると、特に像面湾曲と歪曲収差に効果がある。この場合、少なくとも1つの非球面は、次の条件式(4)を満足している。

N' : 非球面の像側の屈折率

N : 非球面の物体側の屈折率

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

である。

【0036】このとき、

9

$$X = X_0 + \sum A_j Y^j$$

$$X_0 = C_0 Y^2 / 1 + (1 - \varepsilon C_0^2 Y^2)^{1/2} \quad \dots \dots (a)$$

但し、

A_j : j 次の非球面係数

ε : 2次曲率パラメータ

である。

【0037】上記条件式(4)は、非球面が第2レンズ群Gr2の負のパワーを弱める形状である事を意味している。条件式(4)の下限値を越えると、負のパワーが弱まりすぎるため、広角端での像面湾曲のアンダー側の倒れが大きくなるとともに、正の歪曲収差が著しくな

$$-1.0 < (|X| - |X_0|) / C_0 (N' - N) f_3 < 1.0 \quad (5)$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

である。

【0039】条件式(5)の下限値を越えると、周辺部での正のパワーが弱くなりすぎるため、球面収差のオーバー傾向が著しくなる。反対に、上限値を越えると、周辺部での正のパワーが強くなりすぎるため、球面収差のアンダー傾向が著しくなる。

【0040】以下、本発明によるズームレンズの構成を、コンストラクションデータ、収差図を挙げて、更に具体的に示す。尚、以下に挙げる実施例1～5は、前述した第1～第5の実施形態にそれぞれ対応しており、第1～第5の形態を表すレンズ構成図(図1～図5)は、対応する実施例1～5のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0041】各実施例において、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$)は、物体側から数えて i 番目の面の曲率半径を示し、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$)は、物体側から数えて i 番目の軸上面間隔を示し、 N_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、 ν_i ($i=1, 2, 3, \dots$)は、それぞれ物体側から数えて i 番目のレンズの d 線に対する屈折率、アッペ数を示す。尚、各実施例中、曲率半径に*印を付した面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表す式は、条件式(4)で説明した式である。

【0042】《実施例1》

10

*る。反対に、条件式(4)の上限を越えると、負のパワーを弱める効果が少なく、第2レンズ群Gr2の非球面を用いるメリットがなくなるので、収差補正において広角端での像面湾曲のオーバー側の倒れが大きくなるとともに、負の歪曲収差が著しくなる。

【0038】また、第3レンズ群Gr3に非球面を設ける場合、特に球面収差に効果がある。この場合、少なくとも1つの非球面は、次の条件式(5)を満足している。

$$f=3.3 \sim 8.0 \sim 19.8$$

$$FN0=4.1 \sim 5.25 \sim 5.73$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$$r1= 11.310$$

$$d1= 0.600 \quad N1=1.84666 \quad \nu 1= 23.82$$

$$r2= 7.193$$

$$d2= 3.500 \quad N2=1.58267 \quad \nu 2= 46.43$$

$$r3=-275.037$$

$$d3= 1.174 \sim 2.898 \sim 10.969$$

$$r4*=-12.399$$

$$d4= 0.500 \quad N3=1.80420 \quad \nu 3= 46.50$$

$$r5*= 2.023$$

$$d5= 1.000$$

$$r6= 4.407$$

$$d6= 1.200 \quad N4=1.79850 \quad \nu 4= 22.60$$

$$r7= 13.816$$

$$d7= 5.567 \sim 1.804 \sim 0.500$$

$$r8= \infty \text{ (絞りA)}$$

$$d8= 0.400$$

$$r9*= 1.987$$

$$d9= 1.340 \quad N5=1.48749 \quad \nu 5= 70.44$$

$$r10= -7.040$$

$$d10=0.130$$

$$r11*=47.462$$

$$d11=0.800 \quad N6=1.84666 \quad \nu 6= 23.82$$

$$r12*= 5.237$$

$$d12=1.500 \sim 5.263 \sim 6.567$$

$$r13= \infty$$

$$d13=4.000 \quad N7=1.51680 \quad \nu 7= 64.20$$

$$r14= \infty$$

$$\Sigma d=21.711 \sim 23.435 \sim 31.506$$

【0043】[第4面(r4)の非球面係数]

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4= 0.43211 \times 10^{-2}$$

$$A6=-0.26499 \times 10^{-2}$$

$$A8= 0.85892 \times 10^{-3}$$

$$A10=-0.13129 \times 10^{-3}$$

$$A12= 0.86344 \times 10^{-5}$$

11

【0044】[第5面(r5)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4 = -0.99900 \times 10^{-2}$ $A6 = -0.29443 \times 10^{-2}$ $A8 = -0.90977 \times 10^{-3}$ $A10 = 0.39506 \times 10^{-3}$ $A12 = -0.71124 \times 10^{-4}$

【0045】[第9面(r9)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4 = -0.90209 \times 10^{-2}$ $A6 = 0.41064 \times 10^{-3}$ $A8 = -0.29246 \times 10^{-2}$ $A10 = 0.13103 \times 10^{-2}$ $A12 = -0.28195 \times 10^{-3}$

【0046】[第11面(r11)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4 = 0.73187 \times 10^{-2}$ $A6 = 0.21358 \times 10^{-2}$ $A8 = -0.30599 \times 10^{-3}$ $A10 = -0.12063 \times 10^{-2}$ $A12 = 0.53304 \times 10^{-3}$

【0047】[第12面(r12)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4 = 0.28827 \times 10^{-1}$ $A6 = 0.10287 \times 10^{-1}$ $A8 = -0.97538 \times 10^{-3}$ $A10 = -0.16814 \times 10^{-2}$ $A12 = 0.18718 \times 10^{-2}$

【0048】[第4面(r4)の条件式(4)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = 0.00000$ $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00003$ $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00041$ $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00186$ $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00502$ $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.01011$ $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.01694$ $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.02546$ $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.03672$ $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.05361$ $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.08185$

【0049】[第5面(r5)の条件式(4)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = 0.00000$ $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00008$ $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00042$ $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00140$ $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00368$ $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00829$ $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.01687$ $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.03179$

12

 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.05654$ $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.09642$

【0050】[第9面(r9)の条件式(5)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00000$ $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00000$ $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00004$ $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00020$ $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00063$ $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00156$ 10 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00336$ $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00655$ $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.01192$ $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.02067$ $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.03463$

【0051】[第11面(r11)の条件式(5)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00000$ $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00001$ $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00024$ $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00122$ 20 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00395$ $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00989$ $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.02104$ $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.03983$ $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.06890$ $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.11081$ $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.16841$

【0052】[第12面(r12)の条件式(5)の対応値]

 $y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00000$ $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00000$ 30 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00005$ $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00027$ $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00087$ $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00217$ $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00464$ $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00889$ $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.01572$ $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.02621$ $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/\{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.04179$

40 【0053】《実施例2》

$f=3.3 \sim 9.3 \sim 26.4$
 $FN0=4.1 \sim 5.25 \sim 5.73$
 [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]
 $r1= 10.961$
 $d1= 0.600 \quad N1=1.84666 \quad \nu 1= 23.82$
 $r2= 7.086$
 $d2= 2.800 \quad N2=1.58267 \quad \nu 2= 46.43$
 $r3=-481.533$
 $d3= 1.174 \sim 4.737 \sim 12.361$
 $r4*=-12.033$
 $d4= 0.500 \quad N3=1.80420 \quad \nu 3= 46.50$
 $r5*= 2.061$
 $d5= 1.050$
 $r6= 4.652$
 $d6= 1.200 \quad N4=1.79850 \quad \nu 4= 22.60$
 $r7= 15.453$
 $d7= 6.626 \sim 2.285 \sim 0.501$
 $r8= \infty$ (絞り A)
 $d8= 0.400$
 $r9*= 2.093$
 $d9= 1.500 \quad N5=1.48749 \quad \nu 5= 70.44$
 $r10= -6.957$
 $d10=0.100$
 $r11*=-35.846$
 $d11=0.690 \quad N6=1.84666 \quad \nu 6= 23.82$
 $r12*= 7.127$
 $d12=2.400 \sim 6.741 \sim 8.525$
 $r13= \infty$
 $d13=4.000 \quad N7=1.51680 \quad \nu 7= 64.20$
 $r14= \infty$
 $\Sigma d=23.040 \sim 26.603 \sim 34.227$

【0054】 [第4面(r4)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4= 0.35558 \times 10^{-2}$
 $A6=-0.19282 \times 10^{-2}$
 $A8= 0.58717 \times 10^{-3}$
 $A10=-0.69677 \times 10^{-4}$
 $A12= 0.24236 \times 10^{-5}$

【0055】 [第5面(r5)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4=-0.10687 \times 10^{-1}$
 $A6=-0.13290 \times 10^{-2}$
 $A8=-0.20252 \times 10^{-2}$
 $A10= 0.97516 \times 10^{-3}$
 $A12=-0.17463 \times 10^{-3}$

【0056】 [第9面(r9)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4=-0.86322 \times 10^{-2}$
 $A6= 0.25268 \times 10^{-2}$
 $A8=-0.43939 \times 10^{-2}$

$A10= 0.18136 \times 10^{-2}$

$A12=-0.32438 \times 10^{-3}$

【0057】 [第11面(r11)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$

$A4= 0.14049 \times 10^{-1}$

$A6= 0.15318 \times 10^{-2}$

$A8=-0.16627 \times 10^{-3}$

$A10=-0.68691 \times 10^{-3}$

$A12= 0.30468 \times 10^{-3}$

10 【0058】 [第12面(r12)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$

$A4= 0.30477 \times 10^{-1}$

$A6= 0.11214 \times 10^{-1}$

$A8=-0.67234 \times 10^{-2}$

$A10= 0.40279 \times 10^{-2}$

$A12=-0.39886 \times 10^{-3}$

【0059】 [第4面(r4)の条件式(4)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = 0.00000$

$y=0.10y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00002$

20 $y=0.20y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00036$

$y=0.30y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00165$

$y=0.40y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00453$

$y=0.50y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00934$

$y=0.60y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.01623$

$y=0.70y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.02579$

$y=0.80y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.04000$

$y=0.90y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.06255$

$y=1.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.09737$

30 【0060】 [第5面(r5)の条件式(4)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = 0.00000$

$y=0.10y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00001$

$y=0.20y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00008$

$y=0.30y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00044$

$y=0.40y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00144$

$y=0.50y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00370$

$y=0.60y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.00822$

$y=0.70y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.01647$

$y=0.80y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.03054$

40 $y=0.90y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.05345$

$y=1.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f2 \} = -0.09033$

【0061】 [第9面(r9)の条件式(5)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = 0.00000$

$y=0.10y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00000$

$y=0.20y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00006$

$y=0.30y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00030$

$y=0.40y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00093$

$y=0.50y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00231$

$y=0.60y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00498$

50 $y=0.70y_{\max} \cdots \{ |x| - |x0| \} / \{ C0 \cdot (N' - N) \cdot f3 \} = -0.00990$

15

$y=0.80y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.01849$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.03308$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.05811$
 【0062】[第11面(r11)の条件式(5)の対応値]
 $y=0.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.00003$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.00055$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.00279$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.00892$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.02206$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.04632$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.08669$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.10224$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.07801$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = 0.02183$
 【0063】[第12面(r12)の条件式(5)の対応値]
 $y=0.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00001$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00013$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00065$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00210$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.00529$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.01131$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.02167$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.03836$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.06418$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{ |x| - |x_0| \} / [C_0 \cdot (N' - N) \cdot f_3] = -0.10331$
 【0064】《実施例3》

16

f=3.3 ~8.0 ~19.8

FNO=4.1

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r1= 10.736$
 $d1= 0.600 \quad N1=1.84666 \quad \nu 1= 23.82$
 $r2= 6.617$
 $d2= 2.800 \quad N2=1.58267 \quad \nu 2= 46.43$
 $r3=-125.571$
 $d3= 1.174 \sim 1.625 \sim 9.352$
 $r4*=-12.032$
 $d4= 0.500 \quad N3=1.80420 \quad \nu 3= 46.50$
 $r5*= 2.051$
 $d5= 1.050$
 $r6= 4.570$
 $d6= 1.200 \quad N4=1.79850 \quad \nu 4= 22.60$
 $r7= 14.472$
 $d7= 6.037 \sim 1.844 \sim 0.501$
 $r8= \infty$ (絞りA)
 $d8= 0.400$
 $r9*= 2.092$
 $d9= 1.500 \quad N5=1.48749 \quad \nu 5= 70.44$
 $r10= -6.912$
 $d10=0.100$
 $r11*=-48.525$
 $d11=0.680 \quad N6=1.84666 \quad \nu 6=23.82$
 $r12*= 7.438$
 $d12=2.000 \sim 6.593 \sim 8.536$
 $r13= \infty$
 $d13=4.000 \quad N7=1.51680 \quad \nu 7=64.20$
 $r14= \infty$
 $\Sigma d=22.041 \sim 22.892 \sim 31.219$

【0065】[第4面(r4)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4= 0.38104 \times 10^{-2}$ $A6=-0.19863 \times 10^{-2}$ $A8= 0.58725 \times 10^{-3}$ $A10=-0.69676 \times 10^{-4}$ $A12= 0.24236 \times 10^{-5}$

【0066】[第5面(r5)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4=-0.10488 \times 10^{-1}$ $A6=-0.13654 \times 10^{-2}$ $A8=-0.20255 \times 10^{-2}$ $A10= 0.97516 \times 10^{-3}$ $A12=-0.17463 \times 10^{-3}$

【0067】[第9面(r9)の非球面係数]

 $\varepsilon = 1.0000$ $A4=-0.88749 \times 10^{-2}$ $A6= 0.25363 \times 10^{-2}$ $A8=-0.43935 \times 10^{-2}$

$$A10 = 0.18136 \times 10^{-2}$$

$$A12 = -0.32438 \times 10^{-3}$$

【0068】[第11面(r11)の非球面係数]

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = 0.14049 \times 10^{-1}$$

$$A6 = 0.15318 \times 10^{-2}$$

$$A8 = -0.16627 \times 10^{-3}$$

$$A10 = -0.68691 \times 10^{-3}$$

$$A12 = 0.30468 \times 10^{-3}$$

【0069】[第12面(r12)の非球面係数]

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = 0.30477 \times 10^{-1}$$

$$A6 = 0.11214 \times 10^{-1}$$

$$A8 = -0.67234 \times 10^{-2}$$

$$A10 = 0.40279 \times 10^{-2}$$

$$A12 = -0.39886 \times 10^{-3}$$

【0070】[第4面(r4)の条件式(4)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00002$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00032$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00149$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00417$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00875$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.01538$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.02434$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.03669$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.05474$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.08161$$

【0071】[第5面(r5)の条件式(4)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00006$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00033$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00109$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00278$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00613$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.01219$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.02249$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.03908$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.06508$$

【0072】[第9面(r9)の条件式(5)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00007$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00033$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00103$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00255$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00552$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01095$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.02045$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.03657$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.06435$$

【0073】[第11面(r11)の条件式(5)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00005$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00081$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00413$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.01320$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.03265$$

$$10 \quad y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.06854$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.07688$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.04772$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01574$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.13082$$

【0074】[第12面(r12)の条件式(5)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00001$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00014$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00075$$

$$20 \quad y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00242$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00608$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01303$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.02497$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.04426$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.07417$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.11969$$

【0075】《実施例4》

$f=3.3 \sim 9.3 \sim 26.4$
 $FN0=4.1 \sim 5.25 \sim 5.73$
 [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]
 $r1= 12.643$
 $d1= 0.600 \quad N1=1.84666 \quad \nu 1= 23.82$
 $r2= 7.356$
 $d2= 2.400 \quad N2=1.70154 \quad \nu 2= 41.15$
 $r3= 100.461$
 $d3= 1.173 \sim 5.400 \sim 12.287$
 $r4*=-20.857$
 $d4= 0.500 \quad N3=1.75450 \quad \nu 3= 51.57$
 $r5*= 2.062$
 $d5= 1.340$
 $r6= 3.947$
 $d6= 1.200 \quad N4=1.79850 \quad \nu 4= 22.60$
 $r7= 6.089$
 $d7= 6.132 \sim 2.254 \sim 0.501$
 $r8= \infty$ (絞り A)
 $d8= 0.400$
 $r9*= 2.020$
 $d9= 1.600 \quad N5=1.48749 \quad \nu 5= 70.44$
 $r10= -10.684$
 $d10=0.100$
 $r11*=-32.168$
 $d11=0.630 \quad N6=1.84666 \quad \nu 6= 23.82$
 $r12*= 9.493$
 $d12=2.200 \sim 6.278 \sim 9.031$
 $r13= \infty$
 $d13=4.000 \quad N7=1.51680 \quad \nu 7= 64.20$
 $r14= \infty$
 $\Sigma d=22.275 \sim 26.702 \sim 34.589$

【0076】 [第4面(r4)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4= 0.49606 \times 10^{-2}$
 $A6=-0.18679 \times 10^{-2}$
 $A8= 0.18135 \times 10^{-3}$
 $A10= 0.25065 \times 10^{-4}$
 $A12=-0.34002 \times 10^{-5}$

【0077】 [第5面(r5)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4=-0.53884 \times 10^{-2}$
 $A6=-0.12523 \times 10^{-2}$
 $A8=-0.16825 \times 10^{-2}$
 $A10= 0.25510 \times 10^{-3}$
 $A12= 0.12877 \times 10^{-4}$

【0078】 [第9面(r9)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4=-0.74090 \times 10^{-2}$
 $A6= 0.36776 \times 10^{-2}$
 $A8=-0.45738 \times 10^{-2}$

$A10= 0.17594 \times 10^{-2}$

$A12=-0.28578 \times 10^{-3}$

【0079】 [第11面(r11)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4= 0.12523 \times 10^{-1}$
 $A6= 0.65982 \times 10^{-3}$
 $A8=-0.57961 \times 10^{-3}$
 $A10=-0.24606 \times 10^{-3}$
 $A12= 0.99508 \times 10^{-4}$

10 【0080】 [第12面(r12)の非球面係数]

$\epsilon = 1.0000$
 $A4= 0.29975 \times 10^{-1}$
 $A6= 0.10943 \times 10^{-1}$
 $A8=-0.53112 \times 10^{-2}$
 $A10= 0.22484 \times 10^{-2}$
 $A12= 0.94187 \times 10^{-4}$

【0081】 [第4面(r4)の条件式(4)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = 0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00007$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00110$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00513$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.01437$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.02982$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.05023$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.07253$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.09448$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.12001$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.16480$

【0082】 [第5面(r5)の条件式(4)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = 0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00000$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00005$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00025$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00086$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00231$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.00546$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.01183$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.02389$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.04527$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2\} = -0.08030$

【0083】 [第9面(r9)の条件式(5)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = 0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00000$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00006$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00030$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00092$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00223$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00477$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / \{C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3\} = -0.00950$

21

$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01790$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.03250$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.05877$

【0084】 [第11面(r11)の条件式(5)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00003$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00051$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00259$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00823$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.02013$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.04165$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.07644$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.12789$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.15195$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.14304$

【0085】 [第12面(r12)の条件式(5)の対応値]

$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$
 $y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00001$
 $y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00020$
 $y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00106$
 $y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00344$
 $y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00866$
 $y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01859$
 $y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.03571$
 $y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.06336$
 $y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.10621$
 $y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\} / [C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.17146$

【0086】 《実施例5》

22

$f=3.3 \sim 10.4 \sim 33.0$

$FN_0=4.1$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

$r_1= 14.544$

$d_1= 0.600 \quad N_1=1.80741 \quad \nu_1= 31.59$

$r_2= 8.856$

$d_2= 3.200 \quad N_2=1.63854 \quad \nu_2= 55.62$

$r_3= 255.170$

$d_3= 1.174 \sim 8.011 \sim 17.101$

10 $r_4=-11.630$

$d_4= 0.500 \quad N_3=1.77250 \quad \nu_3= 49.77$

$r_5=-2.135$

$d_5= 1.327$

$r_6= 5.037$

$d_6= 1.200 \quad N_4=1.79850 \quad \nu_4= 22.60$

$r_7= 13.642$

$d_7= 6.933 \sim 2.503 \sim 0.501$

$r_8= \infty$ (絞りA)

$d_8= 0.400$

20 $r_9=-2.063$

$d_9= 1.761 \quad N_5=1.48749 \quad \nu_5= 70.44$

$r_{10}= -4.393$

$d_{10}= 0.200$

$r_{11}=-4.180$

$d_{11}= 0.655 \quad N_6=1.80741 \quad \nu_6= 31.59$

$r_{12}= 89.289$

$d_{12}= 2.500 \sim 6.930 \sim 8.932$

$r_{13}= \infty$

$d_{13}= 4.000 \quad N_7=1.51680 \quad \nu_7= 64.20$

$r_{14}= \infty$

30

$\Sigma d= 24.451 \sim 31.287 \sim 40.378$

【0087】 [第4面(r4)の非球面係数]

$\varepsilon = 1.0000$

$A_4= 0.70975 \times 10^{-2}$

$A_6= -0.33106 \times 10^{-2}$

$A_8= 0.90948 \times 10^{-3}$

$A_{10}= -0.91009 \times 10^{-4}$

$A_{12}= 0.15581 \times 10^{-5}$

【0088】 [第5面(r5)の非球面係数]

40 $\varepsilon = 1.0000$

$A_4= -0.50268 \times 10^{-2}$

$A_6= -0.22635 \times 10^{-2}$

$A_8= -0.20490 \times 10^{-2}$

$A_{10}= 0.12188 \times 10^{-2}$

$A_{12}= -0.20492 \times 10^{-3}$

【0089】 [第9面(r9)の非球面係数]

$\varepsilon = 1.0000$

$A_4= -0.67922 \times 10^{-2}$

$A_6= 0.43760 \times 10^{-2}$

50 $A_8= -0.47283 \times 10^{-2}$

$$A10= 0.17022 \times 10^{-2}$$

$$A12=-0.28605 \times 10^{-3}$$

【0090】[第1面(r11)の非球面係数]

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4= 0.89966 \times 10^{-2}$$

$$A6= 0.96879 \times 10^{-3}$$

$$A8= 0.28150 \times 10^{-3}$$

$$A10=-0.60519 \times 10^{-3}$$

$$A12= 0.27835 \times 10^{-3}$$

【0091】[第12面(r12)の非球面係数]

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4= 0.23388 \times 10^{-1}$$

$$A6= 0.12923 \times 10^{-1}$$

$$A8=-0.90422 \times 10^{-2}$$

$$A10= 0.48878 \times 10^{-2}$$

$$A12=-0.39886 \times 10^{-3}$$

【0092】[第4面(r4)の条件式(4)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00004$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00065$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00302$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00850$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.01805$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.03222$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.05194$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.07987$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.12147$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.18339$$

【0093】[第5面(r5)の条件式(4)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00004$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00023$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00081$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00225$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.00534$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.01129$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.02170$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.03845$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_2] = -0.06450$$

【0094】[第9面(r9)の条件式(5)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00006$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00027$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00082$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00195$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00416$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00841$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.01642$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.03165$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.06258$$

【0095】[第11面(r11)の条件式(5)の対応値]

$$10 \quad y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00000$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00004$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00022$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00069$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00172$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00364$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.00689$$

$$y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.01201$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.01984$$

$$20 \quad y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = 0.03196$$

【0096】[第12面(r12)の条件式(5)の対応値]

$$y=0.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00000$$

$$y=0.10y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00009$$

$$y=0.20y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00144$$

$$y=0.30y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.00755$$

$$y=0.40y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.02480$$

$$y=0.50y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.06314$$

$$y=0.60y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.13663$$

$$y=0.70y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.26441$$

$$30 \quad y=0.80y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.47298$$

$$y=0.90y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -0.80228$$

$$y=1.00y_{\max} \cdots \{|x|-|x_0|\}/[C_0 \cdot (N'-N) \cdot f_3] = -1.31900$$

【0097】また、図6～図10は、それぞれ前記実施例1～5に対応する収差図であり、各図において、上段は広角端、中段は中間焦点距離時、下段は望遠端をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(sc)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(M)は、それぞれサジタル光束とメリディオナル光束の非点収差を表している。また表1に、実施例1～5における前記条件式(1)乃至(5)に対応する値を示す。

【0098】

【表1】

25

26

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
f_w	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
f_t	19.8	26.4	19.8	26.4	33.0
f_1	24.4	23.8	22.6	24.2	29.0
f_2	-3.4	-3.4	-3.4	-3.3	-3.5
M_1	9.8	11.2	9.2	12.3	15.9
M_1/Z	1.63	1.40	1.53	1.54	1.59
f_1/f_w	7.40	7.21	6.86	7.34	8.78
f_2/f_w	-1.03	-1.04	-1.03	-1.00	-1.07
Z	6.0	8.0	6.0	8.0	10.0

【0099】尚、各レンズ群は、以上説明したような、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズのみから構成されている必要はなく、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズや、回折作用と屈折作用とを組み合わせ入射光線を偏向させる屈折回折ハイブリッド型レンズ等を含む形態でもよい。

【0100】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、少ないレンズ枚数で構成する事により低コスト化が可能で、しかも高倍率ズームを達成する事ができるズームレンズを提供する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のレンズ構成図。

【図2】本発明の実施例2のレンズ構成図。

【図3】本発明の実施例3のレンズ構成図。

【図4】本発明の実施例4のレンズ構成図。

【図5】本発明の実施例5のレンズ構成図。

【図6】本発明の実施例1の収差図。

【図7】本発明の実施例2の収差図。

【図8】本発明の実施例3の収差図。

【図9】本発明の実施例4の収差図。

【図10】本発明の実施例5の収差図。

【符号の説明】

Gr1 第1レンズ群

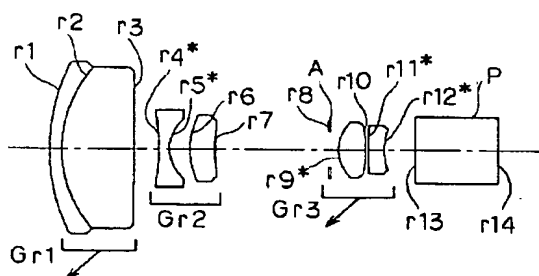
Gr2 第2レンズ群

Gr3 第3レンズ群

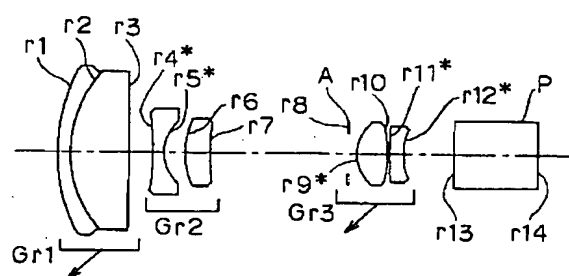
A 絞り

P ローパスフィルター

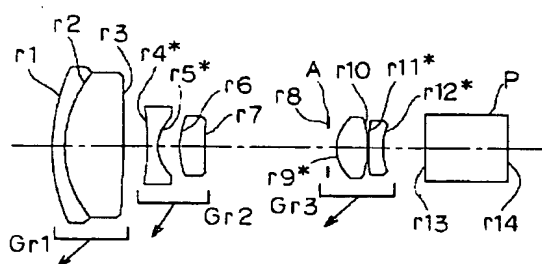
【図1】



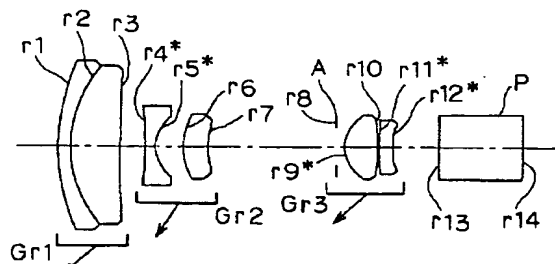
【図2】



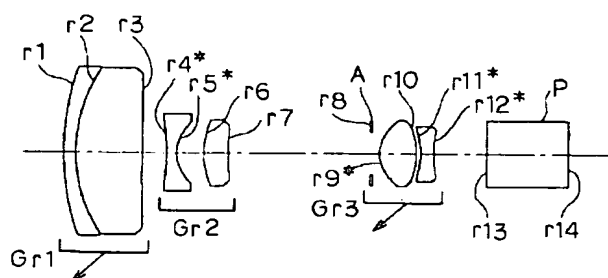
【図3】



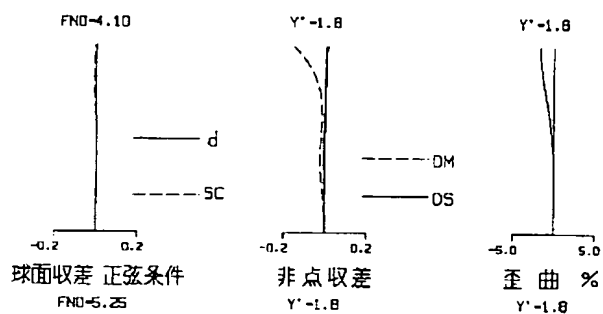
【図4】



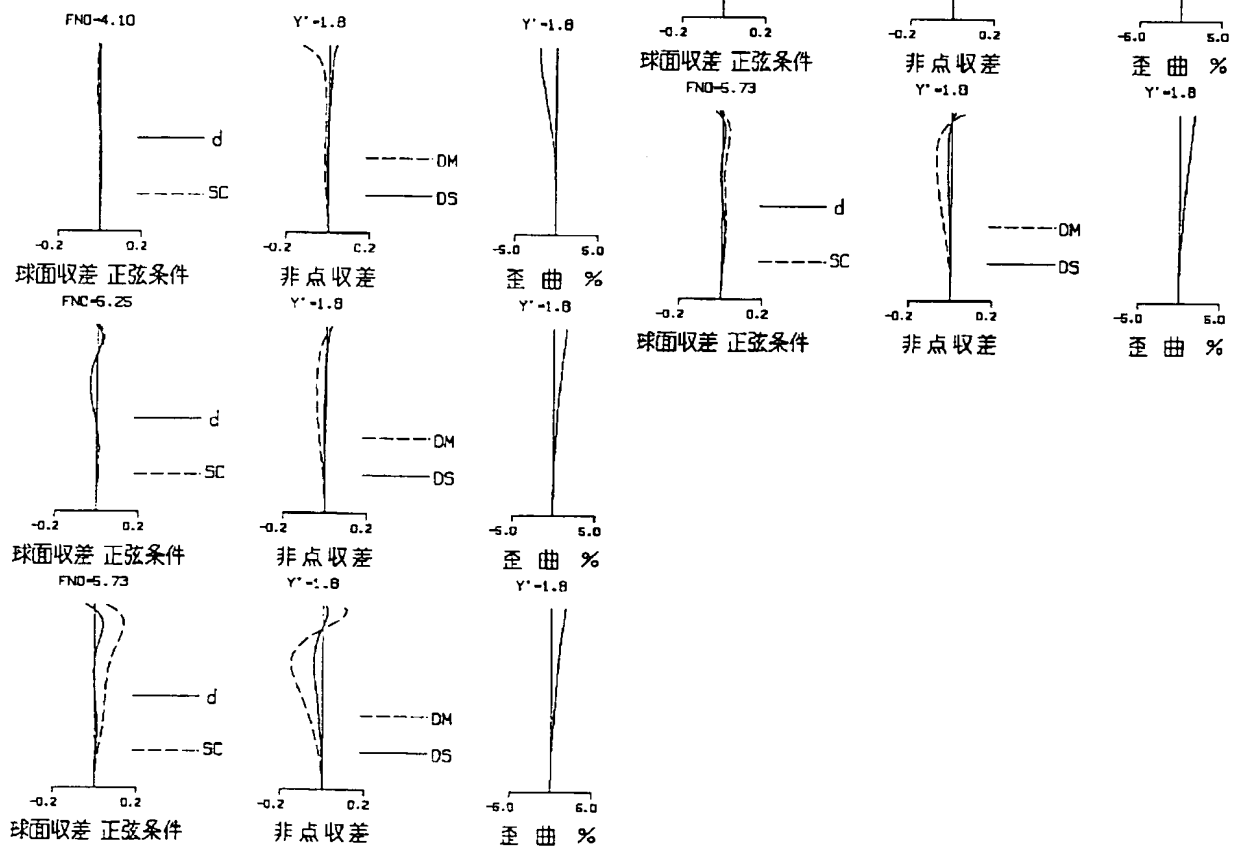
【図 5】



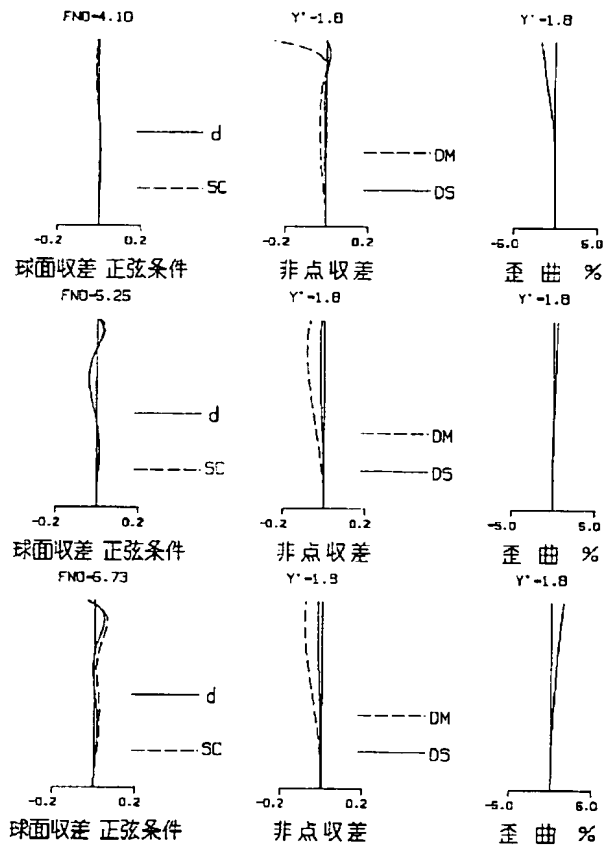
【図 6】



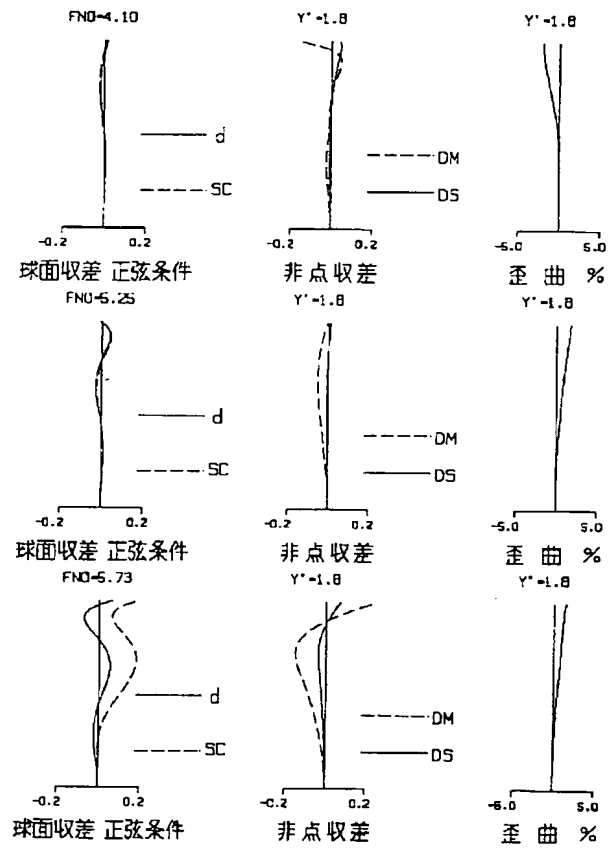
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

